FACULTE DE MEDECINE BROUSSAIS HOTEL DIEU

PARIJS

ANNEE 1972

N° 116

THESE

pour le

DOCTORAT EN MEDECINE

(Doctorat d'Etat)

par

Julien COHEN

né le 17 Décembre 1942 à ALGER (Algérie)

Présentée et soutenue publiquement le

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES METHODES D'EDUCATION PHYSIQUE SOUS L'ANGLE DE LA MECANIQUE MUSCULAIRE

Président : Monsieur BLANCHER, Professeur

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550019_0002

F A C U L T E   D E   M E D E C I N E   B R O U S S A I S

H O T E L   D I E U

ANNEE 1972 N°

T H E S E

pour le

DOCTORAT EN MEDECINE

(Doctorat d'Etat)

par

Julien COHEN

né le 17 Décembre 1942 à ALGER (Algérie)

Présentée et soutenue publiquement le

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES METHODES D'EDUCATION PHYSIQUE SOUS L'ANGLE DE LA MECANIQUE MUSCULAIRE

Président : Monsieur BLANCHER, Professeur

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

A LA MEMOIRE :

- de mon PERE

- de mon Frère JACQUES.

- A MA MERE

- A MA FEMME

- A MON FILS JEAN-JACQUES

- A TOUTE MA FAMILLE

- A TOUTE MA BELLE-FAMILLE

- A MES AMIS.

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

- Monsieur le Professeur B L A N C H E R

Qui a bien voulu nous faire l'honneu
d'accepter la Présidence de cette thèse.

Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre profonde et très respectueuse reconnaissance.

A Monsieur le Professeur C H A I L L E Y - B E R T

En Hommage de notre profonde Reconnaissance pour ce travail qu'il a bien voulu inspirer et diriger, cette thèse ayant pu être menée à bien grâce à ses conseils et aux documents personnels qu'il m'a fournis.

Aux Médecins et Chirurgiens du Centre Hospitalier d'AUXERRE

En Reconnaissance de leur enseignement qui n'oublie jamais la formation pratique nécessaire à la fonction omnipraticienne.

A tous les Membres du personnel du Centre Hospitalier d'AUXERRE.

Pour l'amitié qu'ils ont bien voulu me témoigner à tout instant.

CONTRIBUTION A L'ETUDE

DES METHODES D'EDUCATION PHYSIQUE

SOUS L'ANGLE

DE LA MECANIQUE MUSCULAIRE

. INTRODUCTION : RAPPEL PHYSIOLOGIQUE .

La Structure du muscle strié :

Ainsi que l'a montré Schwann en 1839, tous les tissus, animaux et végétaux, sont formés de cellules : mais la cellule musculaire, la "fibre musculaire" est de dimensions très spéciales : elle a plusieurs centimètres de long, en général de 3 à 5 ; par contre, son diamètre se mesure par millièmes de millimètres : de 20 à 60.

Sa constitution est extraordinairement complexe : schématiquement, elle est formée d'une enveloppe à perméabilité variable, de fibrilles et de sarcoplasma, substance visqueuse, rouge, qui joue un rôle important lors de la constitution musculaire. Suivant les muscles, le sarcoplasma est plus ou moins abondant, ce qui fait que la fibre musculaire est plus ou moins rouge. Ranvier, en 1875, décrivit chez le lapin des muscles blancs, à contraction rapide, et des muscles rouges, à contraction plus lente.

Chez l'homme, il n'y a pas de muscles blancs et de muscles rouges, mais un même muscle contient, suivant sa fonction, plus ou moins de fibres rouges, plus ou moins de fibres blanches, comme le montre une curieuse figure du célèbre livre d'anatomie de Poirier et Charpy (1901).

Des études récentes (Keith Lucas 1905, Bourguignon et Polonowski 1947) ont montré l'existence, dans le muscle de l'homme, de trois sortes de fibres qui diffèrent par leur vitesse de contraction, leur chronaxie et leur constitution histologique et chimique. Nous verrons l'importance de cette découverte.

Les unités motrices :

Le muscle est étroitement relié au système nerveux moteur et sensitif par un nerf mixte qui contient des fibres motrices et sensitives : les unes partent de la Moëlle (fibres motrices), les autres y aboutissent (fibres sensitives). En ce qui concerne ces dernières, disons, pour ne plus y revenir, que le muscle n'est sensible qu'à la traction, au relâchement et à la pression.

Les fibres nerveuses motrices partent de la partie antérieure de la Moëlle : elles sont le cylindre-axe des cellules giganto-pyramidales de la Corne antérieure. Sherrington appelle ce cylindre-axe : la Voie Finale Commune, car cet unique filet nerveux apporte au muscle les différents ordres nerveux moteur, inhibiteur, etc..., nécessaires à l'exécution des mouvements.

Ce filet nerveux, cette Voie finale commune, arrivée dans le muscle, se ramifie, et chaque ramification aboutit à un nombre variable de fibres musculaires : 3 à 4 pour les muscles de l'oeil, jusqu'à 2.000 pour le

Jumeau Interne. Sherrington a donné le nom d'Unité Motrice à ce filet nerveux et au "bouquet" (le nom est de lui) de fibres musculaires auxquelles aboutissent ses ramifications.

Les fibres musculaires obéissent à la "Loi du Tout ou Rien" ; chaque fibre, lorsqu'elle se contracte, se contracte totalement ; il n'y a donc pour elle que deux "attitudes physiologiques " : contraction totale ou repos.

Rythme de contraction des Unités motrices :

On croyait, il y a encore une cinquantaine d'années, que la contraction musculaire volontaire était un " tétanos physiologique " parfait d'environ cinquante périodes par seconde. Adrian (1925) a montré qu'il n'en est rien, que chaque unité motrice se contracte, pour son propre compte, à un rythme assez bas : 12 à 15 contractions par seconde ; les éléments élastiques du muscle fondent ces multiples contractions localisées en une contraction musculaire globale, continue et non tremblée.

La puissance de contraction d'un muscle est dûe, principalement, à deux mécanismes : d'une part au nombre d'unités motrices qui se contractent, et d'autre part au rythme de contraction de ces unités motrices, qui augmente ou diminue suivant les besoins.

Le muscle a trois qualités :

- la contractilité,
- la tonicité,
- l'élasticité.

La contractilité :

Sous l'influence d'une excitation nerveuse, électrique, chimique, etc..., la fibre musculaire se raccourcit, puis revient à sa longueur primitive. La durée moyenne de la contraction d'une fibre est de l'ordre d'un dixième de seconde ; ce phénomène est connu sous le nom de " secousse musculaire ". C'est une notion classique de physiologie que si les excitations se rapprochent, les secousses se fusionnent peu à peu et on obtient un tétanos physiologique imparfait, puis un tétanos physiologique parfait ; nous venons de dire qu'une théorie ancienne assimilait la contraction musculaire à un tétanos physiologique parfait.

A quoi est donc dûe cette contraction ?

A une série extrêmement complexe de phénomènes chimiques qui se succèdent à une rapidité prodigieuse ; très schématiquement : le glucose, ou plutôt le glycogène du muscle se combine avec de l'acide phosphorique pour former un Corps " explosif " : de l'Acide adénosine triphosphorique, ou A.T.P., " en attente " dans le muscle. Une excitation (nerveuse, électrique, etc...) fait

" exploser " cet A.T.P., libérant une énergie considérable, grâce à laquelle la fibre musculaire se contracte. Mais, très rapidement (moins d'1/1000è de seconde) après la scission de l'A.T.P., celui-ci est reconstitué et le muscle se relâche. Pour reconstituer l'A.T.P., il faut encore de l'énergie, qui est produite par d'autres opérations chimiques intra-musculaires.

Ainsi donc :

- Disparition de l'A.T.P. = contraction du muscle
- Reconstitution de l'A.T.P. = décontraction.

La contraction du muscle est un phénomène actif, nécessitant de l'énergie.

La décontraction musculaire est, aussi, un phénomène actif, nécessitant également de l'énergie.

Si cette nouvelle énergie n'est pas fournie, ou est fournie lentement, ou insuffisamment, le muscle restera contracté plus ou moins longtemps, plus ou moins fortement; c'est le mécanisme des contractures : c'est aussi le mécanisme du Tonus.

Après la contraction et la décontraction du muscle, nouvelle suite de phénomènes chimiques tout aussi complexe (Cycle de Krebs) amenant finalement le glycogène, support de ces opérations, au stade final de CO_2 et H_2O : l'eau se fond dans le " milieu intérieur " (sang et lymphe) et le CO_2 est rejeté par les poumons.

Le Tonus musculaire :

C'est, dit Foix, un état de tension active des muscles, permanent, involontaire, variable dans son intensité suivant les différentes actions qui l'inhibent ou le renforcent.

Le tonus entretient donc dans les muscles un état de tension permanente qui permet :
- de maintenir en contact les pièces osseuses de certaines articulations très mobiles (épaule, genou) qui ne "tiennent" que par le tonus (tonus de repos),
- de nous tenir droit sans fatigue (tonus d'attitude, de Sherrington)
- et qui renforce la contraction des muscles lorsque ceux-ci doivent déployer une certaine force (il est un des éléments de la force) (tonus de soutien). Il joue toujours un rôle capital dans la motricité.

On a beaucoup discuté, et on discute encore sur l'origine du Tonus ; nous pensons actuellement qu'il existe dans les muscles de l'homme des <u>fibres toniques</u> dont la tension plus ou moins intense est réglée par le système nerveux qui, par un mécanisme dont nous n'avons aucune idée, dose, suivant les besoins de l'organisme, la reconstitution de l'A.T.P.

Il existe, dans l'Encéphale, des Centres Hypertoniques et des Centres Hypotoniques qui, à l'état de veille, envoient en permanence des ordres hyper ou hypotoniques:

le tonus de chacun de nos muscles est la "somme algébrique" de ces ordres plus ou moins.

Le tonus musculaire joue un rôle important dans la motricité ; nos mouvements sont dûs à la superposition de deux actions musculaires qui se mêlent suivant des rythmes très divers :

1°) le Système Cinétique du mouvement proprement dit
2°) le Système statique de posture ou d'attitude. " Tout mouvement part d'une attitude : l'attitude la suit comme une ombre et la termine. Le mécanisme postural et statique intervient sans cesse pour stabiliser et régulariser le mouvement cinétique. On peut comparer la ligne, composée d'une succession de points, au mouvement, composé, lui aussi, d'une série d'attitudes " (Lhermitte).

Mais le système cinétique lui-même est constitué de deux éléments : une contraction fibrillaire des fibres rapides à laquelle s'ajoute, se superpose, le tonus de soutien.

L'observation montre que lorsque le tonus (attitude ou soutien) est troublé, augmenté ou diminué, il en résulte des désordres moteurs importants : contracture, tremblements, mouvements choréiques, mouvements athétosiques, etc...

L'élasticité :

Son importance, qui est très grande dans la motricité, est le fait d'éléments élastiques de la fibre

striée, dont les principaux sont les disques clairs (encore appelés disques I) et l'enveloppe de la fibre (ou sarcolemme).

Ce court préambule, où sont très brièvement exposées les notions de base de la physiologie musculaire, nous a paru nécessaire pour comprendre la mécanique musculaire, dont la complexité est extrême et qui est encore mal connue, du fait même de sa complexité.

. C H A P I T R E   P R E M I E R .

LA MECANIQUE MUSCULAIRE

Si la physiologie de la contraction musculaire est classique, la mécanique du mouvement est encore une science dans l'enfance. Les anatomistes décrivent l'action de chaque muscle pris isolément ; mais tous les physiologistes ont fait remarquer (notamment Ch. Richet, Gley, Frédéricq et Nuel, etc...) que les muscles ou groupes musculaires qui entrent en contraction pour produire nos mouvements ne correspondent nullement aux groupements utilisés par les anatomistes. D'autre part, nous n'avons naturellement pas conscience des muscles qui entrent en jeu dans un mouvement.

Duchenne de Boulogne (1909) faisait remarquer : " On ne peut conclure de la connaissance de l'action isolée d'un muscle à la connaissance parfaite de la fonction qu'il est appelé à remplir, la fonction musculaire étant toujours le résultat d'une synergie d'actions musculaires." Les contractions musculaires isolées, ajoutait-il, ne sont pas dans la nature. L'étude de la contraction des muscles par le courant électrique l'amena à des idées très justes et fort nouvelles pour l'époque. Ses deux livres " Electrisation localisée " et " Physiologie des mouvements " sont, avec " Mécanisme et éducation des mouvements " de Demeny (Paris, Alcan, 1911), les seuls livres classiques de langue française sur ce sujet,et ils ne font que l'effleurer.

C'est à Winslow, à Duchenne de Boulogne, à Beaunis, que nous devons l'idée qu'un mouvement est dû à des

associations musculaires complexes et n'est que la résultante de contractions musculaires diverses et compliquées, l'action des muscles moteurs étant guidée, réglée, contenue par des groupes musculaires voisins, surtout les antagonistes : c'est ce que Duchenne de Boulogne a appelé : la solidarité, l'harmonie des antagonistes. " Dès que cette harmonie, de laquelle dépend la précision et la sûreté des mouvements, est troublée ou abolie, le sujet perd la faculté instinctive de régler la portée ou l'étendue des mouvements, bien que l'association des contractions musculaires nécessaires à l'exercice des mouvements physiologiques se fasse encore normalement. "

*

* *

Dans tout mouvement, on peut diviser les muscles qui entrent en action en quatre catégories :

A. - Le ou les muscles moteurs, dits encore : agonistes : par exemple, dans la flexion de l'avant-bras sur le bras : le Biceps, le Brachial Antérieur et, accessoirement le Long Supinateur. On donne aux muscles qui agissent avec le muscle moteur principal le nom de muscles synergiques : dans l'exemple choisi, si nous admettons que le moteur principal soit le Biceps, les synergiques seraient le Brachial Antérieur et le Long Supinateur.

B. - Les muscles antagonistes ou freinateurs ; dans l'exemple choisi, le muscle antagoniste est le Triceps Brachial.

C. - Les muscles directeurs : Si nous considérons un mouvement un peu plus compliqué : mettre la main sur l'épaule opposée, il est facile de comprendre qu'outre les muscles moteurs, qui fléchissent l'avant-bras sur le bras, les muscles antagonistes qui freinent au moment opportun, permettant un mouvement rapide mais non brusque, d'autres muscles entrent en jeu qui impriment à l'Humérus le mouvement de rotation nécessaire pour que la main atteigne la place voulue. Si nous envisageons un mouvement compliqué, on conçoit aisément combien le jeu de ces muscles directeurs peut être complexe.

D. - Enfin, les muscles fixateurs : Si un mouvement demande de la force (par exemple, soulever un poids), il est nécessaire que l'articulation de l'épaule soit solidement fixée au thorax. Entrent alors en jeu les muscles de la ceinture scapulaire qui immobilisent l'omoplate, lui font faire corps avec le thorax, lui-même au besoin bloqué en une masse rigie par la contraction des muscles expirateurs si le poids soulevé est lourd, si l'effort demandé est important.

Là ne se borne pas le rôle des muscles fixateurs : leur contraction ou leur relâchement peuvent modifier profondément l'action des muscles voisins ; par exemple, les muscles postérieurs de la cuisse : Demi-membraneux, Demi-tendineux et Biceps crural sont fléchisseurs de la jambe sur la cuisse ; mais si l'articulation du genou est plus ou moins immobilisée par les muscles extenseurs (Quadriceps) qui empêchent ou limitent cette flexion,

ces trois muscles postérieurs deviennent alors extenseurs de la cuisse sur le bassin ; c'est ce qui se produit dans la marche. D'ailleurs, pour que les muscles dont nous parlons puissent fléchir la jambe sur la cuisse, il faut que les muscles fléchisseurs de la cuisse sur le bassin (Psoas-iliaque, Tenseur fu fascia-lata) s'opposent à l'extension de la cuisse.

Il serait facile de multiplier les exemples. Il n'est qu'à étudier le jeu d'une articulation pour voir combien est complexe l'action des muscles fixateurs qui, en se contractant ou en se relâchant plus ou moins, permettent les combinaisons motrices les plus variées.

Mais il est facile de comprendre que cette classification n'est valable que pour un instant donné d'un mouvement : les muscles directeurs peuvent, l'instant suivant, être moteurs, les fixateurs devenir directeurs, etc...

C'est à tort, d'autre part, que nous disons : les muscles ; nous avons déjà dit que le muscle n'est pas une unité physiologique. Dans un muscle, comme par exemple le Trapèze ou le Grand Dentelé postérieur et supérieur, nous devons parler non pas du muscle, mais de ses différents faisceaux qui, dans bien des occasions, ont des actions différentes, parfois même opposées. Pour le Grand Dentelé, notamment, presque chaque faisceau a une action qui lui est propre, et bien souvent dans un tel muscle, seuls quelques faisceaux entrent en jeu pour l'exécution d'un mou-

vement.

On peut se rendre compte de l'extrême complexité de la mécanique musculaire en examinant un sujet atteint d'une minime lésion musculaire rendant douloureuse la contraction d'un ou de quelques faisceaux. Souvent, un mouvement qui paraît très étranger au muscle lésé le met en action et nous ne soupçonnons son entrée en jeu (comme muscle fixateur ou directeur) que par la douleur produite. Une étude attentive des courbures résultant d'un mouvement déterminé pourrait donner des indications intéressantes.

A l'action des muscles moteurs, antagonistes, fixateurs, etc..., se superposent d'autres activités musculaires destinées au maintien de l'attitude et de l'équilibre. Il en résulte un mélange infiniment complexe de contractions statiques et dynamiques, variables à chaque période du mouvement.

*

*   *

La mécanique musculaire est une question trop vaste et trop complexe pour être même esquissée ici : nous ne pouvons aller au-delà de ce shéma. Il n'est pas exagéré de la considérer comme un terrain à peu près vierge et dont l'exploitation est presque entièrement à faire. Ce que nous venons de dire montre la complexité de cette étude.

LES SYNERGIES MUSCULAIRES

Les muscles antagonistes. - Dans tout mouvement, le ou les muscles moteurs semblent avoir à lutter contre l'élasticité et la tonicité du ou des muscles antagonistes, qui agissent comme un frein. C'est effectivement ce qui se produit plus ou moins dans l'exécution des mouvements inhabituels. Nous sommes sans action sur l'élasticité des antagonistes, mais non sur leur tonicité. Aussi, pour éviter ce gaspillage d'énergie, intervient, dans les mouvements habituels, acquis ou innés, un réflexe inhibiteur des antagonistes qui permet à toute la puissance déployée par le muscle de s'employer utilement.

Mais le muscle antagoniste n'est pas seulement un frein ; c'est aussi un guide, une aide, un modérateur comme l'a montré Duchenne de Boulogne (loi de l'harmonie des antagonistes). Pour qu'un mouvement soit précis et rapide, il importe que les muscles antagonistes se relâchent à l'entrée en jeu des muscles moteurs, puis se mettent en action vers la fin du mouvement et, par une contraction précise, freinent au moment voulu.

Plus le mouvement est lent et plus l'action des différents groupes musculaires est fondue. Dans les mouvements rapides, les muscles ont tendance à agir par saccades ;

- contraction rapide des muscles moteurs :
- puis le mouvement continue par l'impulsion donnée au départ ;
- enfin, contraction des antagonistes qui freinent.

Telle n'était pas, cependant, l'opinion de Beaunis qui pensait que dans un mouvement rapide et précis, il y a contraction simultanée des muscles moteurs et des antagonistes. Cette opinion, très controversée, a fait l'objet d'innombrables expériences et de discussions très animées : elle dure d'ailleurs depuis Galien.

Bien que les travaux de Sherrington sur l'innervation réciproque aient rallié l'opinion de la presque totalité des physiologistes, la discussion n'est pas close. C'est que la question est fort complexe et qu'il est délicat d'affirmer que le mouvement volontaire reproduit exactement ce que l'on observe sur l'animal spinal ou décérébré. Il semble bien, cependant, que dans des mouvements simples, l'opinion de Beaunis ne soit pas défendable.

" Dans la théorie classique, dit Beaunis, quand un muscle se contracte, un fléchisseur par exemple, le muscle extenseur est inactif et n'oppose à la contraction du fléchisseur d'autre résistance que celle de sa tonicité. Il y a donc opposition tranchée, radicale entre les deux catégories de muscles : leur rôle est absolument différent ; l'un est actif, l'autre est passif ; quand l'un se contracte l'autre se repose, et vice versa : ils sont, comme on dit, antagonistes.

" Winslow, par une sorte d'intuition, puis Duchenne de Boulogne, en se basant sur des considérations d'anatomie pathologique, étaient arrivés à une théorie que j'ai confirmée par mes expériences " (Beaunis).

Duchenne de Boulogne avait tiré ses conclusions d'observations faites dans des conditions assez inhabituelles : paralysie des antagonistes ou paralysie des muscles moteurs. Dans le premier cas, les mouvements, lorsqu'ils étaient rapides, s'effectuaient naturellement avec une brutalité extrême, puisqu'ils n'étaient plus freinés. Pour pallier à la paralysie des muscles moteurs, Duchenne de Boulogne avait imaginé des appareils orthopédiques dans lesquels l'action des muscles paralysés était remplacée par la traction de ressorts. On conçoit très bien que, par exemple, dans une paralysie des extenseurs des doigts, les mouvements digitaux soient rendus possibles par l'action combinée des ressorts et des fléchisseurs qui agissent tantôt en moteurs (flexion des doigts), tantôt en antagonistes (leur relâchement laissant libre l'action des ressorts. qui étendent les doigts). De là, Duchenne de Boulogne conclut que dans un mouvement, les antagonistes sont toujours en action. Il est étonnant qu'un physiologiste aussi averti n'ait pas été frappé par la différence entre un ressort, qui tire constamment et toujours avec la même puissance, et un muscle dont l'action ne s'exerce qu'à volonté et suivant des intensités très variables. Il est évident que dans les deux cas, le jeu des antagonistes diffère essentiellement : si le muscle fléchisseur, antagoniste du ressort, cesse brusquement sa contraction, les doigts s'étendent brusquement ; pour obtenir des mouvements digitaux qui rappellent les mouvements naturels, les fléchisseurs, c'est-à-dire les antagonistes, doivent être constamment en contractions plus puissantes ou moins puissantes que la force des ressorts, pour fléchir ou étendre les

doigts ; mais il n'y a là rien qui soit comparable au jeu naturel des muscles.

Abstraction faite de cette erreur (et elle est bien légère) de la contraction simultanée des moteurs et des antagonistes, considérée comme une règle dans tous les mouvements (alors qu'elle est exceptionnelle), Duchenne de Boulogne avait vu l'essentiel dans la mécanique musculaire et nous ne pouvons que regretter qu'il n'ait pas appliqué son génie inventif et ses qualités d'observation à cette étude qui n'est qu'ébauchée dans ses ouvrages et qui se trouve noyée dans des questions qui ne présentent plus actuellement qu'un intérêt moindre.

De même, Noica soutient la thèse de Beaunis et de Duchenne de Boulogne en s'appuyant sur le fait que la paralysie des antagonistes trouble profondément les mouvements. C'est exact, mais c'est mal poser la question. Si la paralysie des antagonistes ne troublait pas les mouvements, c'est qu'ils ne serviraient à rien,et personne n'a jamais soutenu cette idée absurde. Comme l'a très bien montré Duchenne de Boulogne, leur rôle est d'harmoniser les mouvements qui, sans eux, seraient presque impossibles. Beaunis seul a bien posé le problème, mais sa réponse, selon toute vraisemblance, est rarement exacte.

Beaunis, dans ses expériences, a rencontré des comportement différents dans les muscles antagonistes :

- les deux muscles, le moteur et l'antagoniste, se contractent simultanément, mais avec des intensités différentes
- un seul des deux muscles se contracte : le moteur :

l'antagoniste reste passif et immobile.

Ses expériences le conduisent à penser que, dans la majorité des cas, les muscles moteurs et antagonistes entrent en action simultanément.

" En est-il de même dans les mouvements volontaires ? dit Beaunis ; la chose me paraît évidente, cependant la démonstration rigoureuse est presque impossible. "

La technique moderne a rendu possible cette démonstration rigoureuse et a montré que les conclusions tirées par Beaunis de ses expériences étaient inexactes. Mais il est arrivé à ces conclusions inexactes en passant par des déductions singulièrement clairvoyantes :

" Les muscles dont l'action est antagoniste ne sont donc pas, comme on l'admet généralement, les uns actifs, les autres passifs dans un mouvement donné. Mais au contraire ils interviennent tous dans ce mouvement, et le mouvement total n'est que la résultante des actions qui se passent au même moment dans les muscles opposés.

" L'innervation centrale, excitation ou arrêt, se distribue donc à la fois dans les muscles opposés, les fléchisseurs et les extenseurs (je suppose, pour prendre un exemple) et il y a une véritable synergie ou, comme dit Duchenne, une harmonie des antagonistes."

Il est regrettable qu'il termine ces vues, si

nouvelles pour l'époque et aujourd'hui encore si exactes, en disant :

" Ainsi, la flexion pourra se produire dans les deux conditions suivantes :

" ou bien il y a contraction simultanée des fléchisseurs et des extenseurs, seulement la contraction des fléchisseurs est prépondérante et celle des extenseurs ne fait que modérer la durée, l'étendue ou la rapidité du mouvement de flexion. C'est ce qui a lieu dans les mouvements qui exigent une grande précision.

" ou bien il y a, à la fois, contraction des fléchisseurs et relâchement des extenseurs, et ce relâchement, qui annule toute résistance de l'antagoniste, permet au mouvement de flexion d'acquérir instantanément toute son amplitude et son maximum de rapidité ; mais ce sera évidemment aux dépens de la précision même du mouvement."

Le premier cas : contraction simultanée des fléchisseurs et des extenseurs, nous paraît correspondre aux conditions d'exécution d'un mouvement inhabituel, d'un mouvement "crispé", de ce que Waccholder a enregistré sous le nom de "mouvement raidi". Mais si cette contraction simultanée des agonistes et des antagonistes était la condition de la précision, il n'y aurait guère de mouvements rapides et précis. Il est très vraisemblable que dans la boxe ou l'escrime, par exemple, sports aux gestes rapides et précis, le coup part avec une inhibition totale des antagonistes, sans quoi on n'obtiendrait pas les "démarrages" ultra-rapides indispensables à ces sports : " la crispation

est l'ennemie intime de l'efficacité musculaire " (Docteur Paul Martin, de Lausanne).

Lorsqu'on lit le compte-rendu des expériences de Beaunis, on est un peu étonné de la façon dont il interprète ses graphiques qui montrent effectivement des contractions simultanées du muscle moteur et de l'antagoniste, mais voyons dans qulles conditions est faite l'expérience : Beaunis explique comment il fixe l'animal de façon que celui-ci soit absolument immobilisé, puis il attache l'extrémité des deux muscles moteur et antagoniste au myographe ; "..... l'animal ainsi préparé, je pratiquais une série d'excitations pour déterminer les contractions réflexes. Ces excitations portaient sur la peau, sur les nerfs sensibles, sur les viscères....."

L'animal est attaché, immobilisé, on lui fait mal, il se débat : il n'est pas étonnant que moteur et antagoniste se contractent ensemble. Nous sommes très loin de ce qui se passe dans une contraction musculaire ou réflexe, très loin des conditions d'expérience de Sherrington ou de Wachholder.

Il faut d'autre part reconnaître que c'est Beaunis qui observa et décrivit le premier les phénomènes de " relâchement musculaire " (nous dirions maintenant : inhibition) des muscles antagonistes dans les contractions volontaires ou réflexes (Gazette Médicale de Paris, 1883, pp. 598-600, 610-611, 626-627).

Les travaux de Sherrington sur l'innervation réciproque semblent avoir tranché la question. Au cours d'expériences qui s'étendent sur vingt années, de 1893 à 1913, il a étudié les relations fonctionnelles des muscles synergiques et antagonistes, et a montré que dans deux groupes de muscles dont l'action est antagoniste, l'augmentation de contraction dans un groupe entraîne une diminution de tension équivalente dans le groupe opposé. Ce qui ne veut pas dire qu'aucune contraction n'existera dans ce groupe, mais qu'il y aura dans la contraction de ces deux groupes une " réciprocal relation ".

En résumé (quoique de façon très approximative), si un muscle extenseur est contracté aux 9/10è de son maximum, le fléchisseur opposé sera contracté (toniquement) seulement au 1/10è de sa puissance. Par cet agencement réciproque, la stabilité du mouvement est obtenue sans résistance. L'augmentation de contraction dans un groupe est invariablement associée avec une diminution de tonicité dans le groupe opposé, et ceci est vrai, que l'excitation soit naturelle ou artificielle.

Sherrington montre la contraction simultanée du fléchisseur et le relâchement de l'extenseur par excitation du nerf Poplité sur un chat décérébré.

Les électromyogrammes de Wachholder, qui ont l'avantage d'enregistrer les mouvements volontaires de l'homme, confirment pleinement les conclusions de Sherrington.

Dans les mouvements lents, l'antagoniste est totalement muet. Si, au lieu d'être un mouvement uniforme, le mouvement se fait par saccades, les trains d'onde du muscle moteur coïncident. Non seulement l'antagoniste est muet, mais les figures montrent que les légers trains d'onde de l'antagoniste cessent un peu avant (4/100è de seconde) l'entrée en action du muscle moteur.

Dans les mouvements rapides, même silence de l'antagoniste pendant le mouvement, même inhibition un peu avant la contraction du moteur. L'antagoniste n'intervient que pour freiner, lorsque besoin en est. La contraction du muscle ayant été brusque, l'avant-bras, arrivé à l'extrême flexion, est rejeté en avant, les muscles de l'avant-bras et du bras, en se heurtant, ayant fait ressort : le muscle moteur est entré de nouveau en action pour ramener l'avant-bras et le maintenir en flexion forcée, mais sans intervention de l'antagoniste.

Les électro-myogrammes de Wachholder montrent que dans un mouvement volontaire libre, non raidi, aucun train d'ondes de contraction n'est visible dans l'antagoniste. Si, avant le mouvement, l'électro-myogramme de l'antagoniste présentait des ondes légères, celles-ci s'arrêtent de 4 à 6/100è de seconde avant la contraction du muscle moteur ; l'antagoniste n'entre plus en action que pour freiner.

Quant aux ondes du muscle moteur, elles sont naturellement variables en intensité et en durée suivant la rapidité du mouvement : dans les mouvements rapides, elles précèdent le phénomène mécanique de la contraction de 8 à 10/100è de seconde (cela est classique) et, par exemple, durent 20/100è de seconde pour un mouvement, mettant 25/100è de seconde à s'accomplir.

Ce n'est que dans les mouvements que Wachholder appelle " mouvements raidis " que l'on voit la contraction simultanée du moteur et de l'antagoniste. Ce que décrit Beaunis comme étant la règle dans les mouvements précis se rencontre seulement dans les mouvements raidis, crispés, comme le sont les premiers essais des mouvements volontaires, mais ne se voient jamais dans les mouvements devenus automatiques.

On pourrait objecter que les mouvements étudiés par Wachholder sont des mouvements simples : flexion et extension de la main, flexion du coude, et que dans les mouvements plus compliqués, les antagonistes se comportent peut-être autrement. L'objection est valable ; cependant, rien ne nous permet de le croire, car dans les mouvements de va-et-vient, lents et rapides, les électromyogrammes montrent que les muscles moteurs et antagonistes agissent comme l'ont montré les expériences de Sherrington, se contractant l'un après l'autre, jamais simultanément. Wachholder enregistre au moyen de deux galvanomètres les courants d'action du moteur principal et de l'antagoniste.

Celui-ci est toujours muet pendant que le moteur se contracte, et réciproquement : l'antagoniste n'entre en action que pour freiner.

Dans les mouvements de va-et-vient, Wachholder montre que " pour les mouvements assez lents, l'action du fléchisseur se continue pendant la première moitié du mouvement de retour (et celle de l'extenseur pendant la première partie du mouvement d'aller) pour freiner les forces élastiques qui, livrées à elles-mêmes, imposeraient un mouvement plus rapide que celui qu'on désire.

Depuis les travaux de Wachholder, bien d'autres auteurs ont, d'une façon générale, confirmé ses travaux et montré, dans les mouvements volontaires non raidis, le silence complet de l'antagoniste, sauf en fin de contraction où il exerce une action de freinage.

On n'a donc jamais enregistré, même dans les mouvements rapides, la contraction simultanée de deux muscles opposés avec prédominance du moteur, et nous n'avons aucune raison de supposer que la mécanique musculaire soit différente, fût-ce dans des mouvements compliqués.

La précision d'un mouvement nous apparaît donc être uniquement fonction du dosage exact de la contraction des différents groupes musculaires qui interviennent dans le mouvement : exactitude absolue dans les faisceaux musculaires à mettre en jeu, dans le moment où ils doivent

se contracter, dans l'intensité et la durée de la contraction, dans l'action " harmonique " des antagonistes.

Il est cependant évident que le relâchement plus ou moins complet des antagonistes doit dépendre aussi de l'amplitude du mouvement. Dans un mouvement ample, le relâchement peut être complet : dans des mouvements rapides, compliqués et de très faible amplitude, au cours desquels les synergies musculaires se modifient constamment, tous les groupes musculaires doivent être en " état d'alerte " et n'ont pas toujours le temps de se relâcher complètement.

La " réciprocal relation " de Sherrington dans la contraction respective des groupes musculaires travaillant ensemble donne une explication satisfaisante de cette mécanique musculaire compliquée.

D'autre part, il est évident q'un même mouvement peut avoir des synergies musculaires très différentes suivant les conditions dans lesquelles on l'exécute. Par exemple, le geste du boxeur " envoyant " un " direct " ou un " crochet " sera synergiquement très différent, bien que mécaniquement à peu près le même, s'il boxe dans le vide ou s'il frappe un adversaire. Dans le premier cas, non seulement il ne déploiera pas toute sa force, sans quoi, ne rencontrant pas d'obstacle, il culbuterait, mais les muscles antagonistes entreront en jeu presque dès le départ du coup pour le freiner, le mouvement étant très rapide. On se rapproche beaucoup alors de la contraction simultanée des agonistes et des antagonistes de Beaunis.

Dans le second cas, le boxeur déploiera toute sa puissance et les antagonistes seront muets, entièrement relâchés, le mouvement devant être freiné par le choc sur l'adversaire et le boxeur n'ayant nul besoin et nul désir de l'arrêter.

*

* *

Les électromyogrammes de Wachholder montrent, dans les mouvements de va-et-vient très rapides, une combinaison fort curieuse, on pourrait dire vulgairement très " astucieuse " de l'élasticité et de la contractilité.

Dans ces mouvements, par exemple, la flexion et l'extension de l'avant-bras sur le bras, la contraction des <u>extenseurs</u> se fait bien avant la fin de la flexion (et réciproquement), de telle sorte qu'emporté par sa masse et sa force d'inertie, l'avant-bras, dans l'extension tire avec force sur un muscle déjà contracté et tend au maximum les éléments élastiques des muscles fléchisseurs.

Arrivé à bout de course, l'élasticité des fléchisseurs, si vivement sollicitée, ramène avec force l'avant-bras en flexion.

Même mécanisme pour l'extension.

Cette combinaison : contractibilité - élasticité, rappelle étrangement " l'avance à l'allumage " des moteurs

à explosion : l'étincelle allume le mélange détonnant <u>avant</u> que le piston atteigne le point haut : la force d'inertie du moteur force le piston à comprimer ainsi des gaz déjà enflammés, et ce dispositif chasse le piston avec une force accrue. Si le moteur ne tourne pas assez vite et n'a pas assez de force d'inertie, il peut partir en arrière : c'est le mécanisme des " retours de manivelle " bien connus des mécaniciens d'autrefois.

*

* *

Tel semble être l'état <u>actuel</u> de la question. Peut-être des techniques plus perfectionnées, ou des recherches attaquant le problème par d'autres voies, donneront-elles des résultats un peu différents. Ch. Kayser pense que, si l'on pouvait examiner une à une les unités motrices des muscles antagonistes, rien ne prouve que l'on rencontrerait encore le " silence électrique " absolu enregistré par Wachholder. C'est possible, encore que peu probable. Mais la constatation de l'entrée en action de quelques rares unités motrices n'aurait aucune utilité pratique, et peu d'intérêt scientifique. Le mouvement volontaire est, chez l'homme et les vertébrés supérieurs, tellement varié et polymorphe que, suivant les circonstances, on peut rencontrer tous les intermédiaires entre l'inhibition totale et la contraction permanente des anta-

gonistes. Il semble difficile d'obtenir qu'un sujet, fût-ce au cours d'expériences minutieusement préparées, exécute deux mouvements - même les plus simples - absolument identiques. Il suffit d'un léger déplacement, par exemple, d'un muscle fixateur. ou même d'une excitation psychique, pour modifier la façon dont est exécuté un mouvement.

*

*   *

Une question voisine et connexe de la mécanique musculaire est la limitation des mouvements de flexion, d'extension ou de rotation des articulations.

Ces mouvements sont limités par les ligaments articulaires et par les muscles : suivant les articulations, l'un ou l'autre de ces éléments est prépondérant.

Les grosses masses musculaires limitent fortement le jeu articulaire. Si l'adulte ne peut plus, comme le bébé le fait facilement, lever le membre inférieur tendu jusqu'à l'appliquer contre le tronc, ou faire le grand écart, le manque d'élasticité des muscles postérieurs de la cuisse en est la cause ; si nous relâchons ces muscles, par exemple en pliant la jambe sur la cuisse, il devient alors facile d'appliquer la cuisse contre le tronc. Ce sont ces mêmes muscles qui empêchent, ou rendent pénible, de toucher le sol en flexion avant, membre inférieur

tendu. Le grand pectoral limite, de même, l'extension du bras en arrière, etc... Les coureurs de haies, les sauteurs en hauteur ou à la perche, qui ont besoin d'un grand jeu articulaire, sont obligés d'entretenir avec vigilance leur élasticité musculaire.

Pour les petites articulations : coude, genou, poignet, cheville, doigts, les mouvements sont limités surtout par les ligaments, mais il n'y a naturellement rien d'absolu.

Certains sujets ne peuvent pas étendre l'avant-bras sur le bras à 180 degrés, c'est-à-dire mettre l'avant-bras dans le prolongement exact du bras ; d'autres, au contraire, dépassent largement cet angle ; en l'espèce, seuls les ligaments sont en cause. Parfois, la laxité ligamentaire est extrême ; c'est le cas de certains acrobates ou "contorsionistes", à la souplesse stupéfiante ; mais, chez eux, il existe, en plus, une " élasticité musculaire"extraordinaire, soigneusement entretenue, du reste. Il est curieux de constater que ces spécialistes sont presque toujours souples en avant <u>OU</u> en arrière : il est exceptionnel de rencontrer une souplesse égale en avant <u>ET</u> en arrière.

Les mouvements d'une articulation ne sont pas arrêtés, comme on le croit trop souvent, par une butée osseuse. Ce qui limite, par exemple, l'extension de l'avant-bras sur le bras n'est pas la rencontre du bec de l'olé-

crane avec le fond de la cavité de l'humérus : si les deux os se touchaient, si le périoste qui les recouvre entrait en contact, il en résulterait une douleur très vive et une impotence fonctionnelle notable. La preuve en est donnée par certains sauts cambrés : au cours de cette hyper-extension brutale de la colonne lombaire, il arrive que deux apophyses épineuses se heurtent ; la douleur et l'impotence fonctionnelle qui en résultent montrent bien les dégâts que provoque un contact osseux.

L'extension, ou la flexion, d'une articulation est limitée par un réflexe : lorsque les ligaments sont suffisamment étendus, cette extension déclenche un réflexe du muscle (ou du groupe musculaire) antagoniste qui arrête l'extension. Dans l'exemple envisagé plus haut, l'extension de l'avant-bras sur le bras provoque, à bout de course, un réflexe du brachial antérieur qui arrête l'extension, bien avant le contact osseux.

Dans l'extension de la jambe sur la cuisse, le plateau tibial glisse sur les condyles fémoraux ; mais ceux-ci sont excentriques par rapport à l'axe de rotation du plateau tibial ; lorsque la jambe arrive presque dans le prolongement de la cuisse, un réflexe est déclenché par l'extension des ligaments et provoque une contraction des muscles extenseurs et fléchisseurs de la jambe qui soude en un bloc rigide ces deux parties, jusque là mobiles, assurant une rigidité et une solidité parfaite de tout le membre inférieur au moment où, dans la marche, le talon touche le sol.

Ces quelques pages de physiologie nous ont paru utiles pour aborder l'étude des différentes méthodes d'éducation physique et mieux comprendre leurs principes et leurs indications.

En effet :

L'éducation physique constitue la condition et l'accompagnement nécessaire de tout autre mode d'éducation, car elle se donne pour objet l'acquisition de la santé. Plus que le simple maintien du corps et de l'esprit en un équilibre satisfaisant, celle-ci paraît devoir être considérée comme la capacité, pour un individu, d'ajuster en permanence ses réactions et comportements aux conditions du monde extérieur, de s'accoutumer à l'effort bref, de se dépasser soi-même. Prise dans cette acceptation, la santé doit "s'apprendre" sans cesse.

L'éducation physique et sportive améliore la nature de l'individu, et en particulier de l'enfant, en s'adressant à la fois à son corps et à son esprit, et il est certain qu'en développant les qualités motrices de l'enfant, on sollicite et on atteint son psychisme. Le geste humain

n'est-il pas considéré comme l'un des premiers moyens d'expression et donc de communication entre l'être et son entourage ?

L'éducation physique et sportive agit donc sur l'individu conçu dans sa totalité, et contribue à la formation de sa personnalité en l'aidant à s'épanouir physiquement, intellectuellement et moralement.

Les méthodes d'éducation physique sont innombrables, mais toutes dérivent des idées de Ling, d'Amoros, de Demeny ou de Hébert, lui-même très influencé par Amoros. Ce sont ces dernières que nous allons considérer à présent.

. C H A P I T R E II .

LES METHODES D'EDUCATION PHYSIQUE

1. - La Méthode Suédoise de LING

Pierre Henri LING (1776-1839) publia tout à la fin de sa vie " les Principes généraux de gymnastique ". Mais la méthode suédoise est surtout dûe à son fils Hjalmar LING.

Une des idées fondamentales de Ling est que les mouvements constituant la leçon doivent être choisis selon leur utilité physiologique et non selon les possibilités d'exécution.

Ling distinguait quatre catégories de gymnastique:

1°) la gymnastique pédagogique
2°) la gymnastique militaire
3°) la gymnastique médicale
4°) la gymnastique esthétique.

L'institut royal de Stockholm n'a retenu que la gymnastique scolaire,destinée à tous les gens bien portants (ancienne gymnastique pédagogique) et la gymnastique médicale.

Schématiquement, la gymnastique dite Suédoise fait appel surtout à des contractions statiques.

Le sujet reste beaucoup sur place et exécute des mouvements presque saccadés des membres et du tronc, en marquant un temps d'arrêt à chaque nouvelle position. Les positions prises par les divers segments du corps ont été longement étudiées, soigneusement codifiées et sont fort

précises. Par exemple, dans l'élévation latérale des bras, ceux-ci doivent être strictement horizontaux et maintenus à peu près dans le plan transversal du corps, les épaules bien effacées par contraction statique des muscles fixateurs : dans l'élévation verticale des bras, ceux-ci seront verticaux et parallèles.

Plus tard, sous des influences diverses, le mouvement s'amplifiera : dans l'élévation latérale, les bras tout en restant horizontaux, seront tirés en arrière : il en sera de même dans l'élévation verticale et le mouvement se rapprochera, par son amplitude, du mouvement complet réclamé par Demeny.

Cette gymnastique recherche avant tout l'attitude correcte, le mouvement correct.

Depuis sa naissance, cette méthode s'est beaucoup modifiée sans rien perdre de son souci de correction. Pour le médecin, elle reste la base incontestée de la gymnastique corrective.

Techniquement, le principe d'exécution est d'immobiliser, de fixer rigoureusement, dans une attitude prise avant tout mouvement, un ou plusieurs segments du corps, afin d'assurer un point d'appui aux autres segments mis en action. En faisant un mouvement avec une partie quelconque du corps. il faut conserver autant que possible la position initiale des autres parties.

Ces positions initiales sont au nombre de 5 : Debout, Assise, Couchée, à Genoux, en Suspension. Il faut y ajouter des positions dérivées et Kaisin en compte 87.

Partant de ces 5 positions fondamentales, on fait exécuter une succession d'exercices qui ne sont pas laissés à la fantaisie du maitre, mais qui sont dictés au contraire par des principes rigoureux d'Anatomie et de Physiologie et qui sont divisés en :

1° Exercices préparatoires, dont le but est de dégourdir, d'assouplir le tronc et les membres et d'activer progressivement la circulation, avant de commencer les exercices fondamentaux, c'est-à-dire la leçon proprement dite :

2° Exercices fondamentaux, se composant de l'ensemble de tous les exercices, dont Ling a reconnu l'utilité pour arriver au développement complet du corps ;

3° Exercices dérivatifs, intercalés entre deux groupes de mouvements, afin de rétablir la respiration ou la circulation troublées par les exercices précédents. Ce sont surtout des mouvements des bras et des jambes ;

4° Exercices respiratoires.

La durée de la leçon varie d'une demi-heure à une heure.

La gymnastique suédoise fait un appel constant à la contraction musculaire statique. La position fondamentale, debout, par exemple : tête droite, épaules tirées en arrière, torse droit, ventre rentré pour éviter une ensellure lombaire exagérée, est obtenue par une contraction statique des muscles de la nuque, du dos, des abdominaux et des fessiers. et durant toute la leçon, ces muscles maintiendront cette contraction statique et cette attitude. Fait-on des mouvements de bras ou de jambes, l'attitude du tronc et de la tête ne doit pas se modifier. En fente avant. en fente latérale, en flexion du tronc en avant, la tête et les différentes parties du tronc doivent garder leurs positions initiales respectives. On peut dire schématiquement que pendant la plus grande partie de la leçon, on passe d'une position correcte à une autre position correcte, en marquant un temps d'arrêt fort net à chaque position nouvelle pour rectifier et assurer chaque fois une attitude correcte.

Ces contractions statiques longtemps soutenues développent dans les muscles une tonicité qui présente de grands avantages, notamment du point de vue de la correction d'attitude ; c'est là un des points dominants de la méthode. " Aucune méthode (Dr Michaud, Préface de la Gymnastique suédoise, par Emile André et Kümlien) n'exige autant de travail, autant d'efforts des muscles dorsaux et abdominaux, aucune ne se préoccupe au même degré de l'agrandissement de la poitrine. "

La gymnastique suédoise utilise certains appa-

reils d'appui, de suspension ou d'équilibre : l'espalier suédois, la bôme, les barres doubles, la poutre, le cheval, la corde lisse ou la perche, l'échelle et le cadre à grimper, etc.

La leçon se passe surtout en salle et les élèves se déplacent peu au cours de la leçon, exception faite pour les courses et les sauts. On reprochait aux adeptes de cette méthode de manquer de souplesse, de rester figés dans une attitude d'hypercorrection que les Américains appelaient ironiquement : "attitude de pigeon mâle". Ceci était peut-être vrai autrefois : mais, nous l'avons dit, cette méthode a beaucoup évolué, tout en restant semblable à elle-même ; on tend à travailler davantage à l'extérieur, les exercices d'application : sauts, grimper, courses, prennent plus d'importance.

C'est une méthode corrective parfaite. Qu'il s'agisse de prévenir ou de corriger des mauvaises attitudes ou des déformations, seules les contractions statiques et les corrections d'attitude de cette méthode nous permettent d'atteindre les résultats recherchés. Ceux qui ont cru l'obtenir par d'autres procédés ont été obligés de reconnaître leur échec, ou bien ils ont employé, sciemment ou non, les principes de la méthode de Ling.

Je ne crois pas cependant que l'on puisse considérer qu'à elle seule elle constitue <u>toute</u> la gymnastique corrective. On obtient incontestablement des résultats plus intéressants en la complétant par d'autres exercices.

En tant que méthode d'éducation physique générale, elle a mal réussi en France. Mais dans bien des pays, elle a donné des résultats remarquables. Son action bien connue sur la race suédoise prouve sa valeur.

2. - La Méthode d'AMOROS

Amoros, officier espagnol, écrivit pour le Ministère de la guerre français "les instructions de 1847 pour l'enseignement de la gymnastique dans les corps de troupe."

Il divise la gymnastique en :

1° Gymnastique civile et industrielle :

2° Gymnastique militaire, terreste et maritime :

3° Gymnastique médicale :

4° Gymnastique scénique ou funambulique.

Les deux premières se divisent en gymnastique élémentaire et gymnastique complète et comprennent aussi une des parties de la gymnastique médicale : l'Hygiène.

La troisième se divise en quatre parties :

1° Gymnastique hygiénique ou prophylactique pour conserver une santé robuste :

2° Gymnastique thérapeutique pour le traitement des maladies ;

3° Gymnastique analeptique ou des convalescents :

4° Gymnastique orthosomatique, qui a pour but la guérison des difformités.

La gymnastique d'Amoros a sourtout une tendance militaire : rendre le soldat apte à mieux combattre, lui donner les possibilités physiques de franchir les obstacles,

rochers, ravins, murs, etc., qui s'opposent à l'avance d'une troupe. Mais Amoros ne limite pas là son action et pense que tous : civils et militaires, jeunes gens et adultes peuvent en bénéficier : "Le but de la gymnastique doit être de développer les facultés morales aussi bien que les facultés physiques", et il insiste beaucoup sur l'action morale de la gymnastique.

"La méthode gymnastique amorosienne" a des bases et un programme scientifiques : il enseigne à ses élèves l'anatomie et la physiologie du corps humain et la mécanique des mouvements. Cet enseignement fut longtemps fait par le docteur Casimir Broussais, fils du grand Broussais. De plus, il établit une "feuille physiologique" très complète qui permet de faire le bilan moral et physique de l'élève et surtout qui "indique les moyens dont on se servira pour diriger avec opportunité les exercices à préférer et au moyen de laquelle on évitera à chaque élève des efforts qu'il ne peut faire". S'il n'est pas l'inventeur de la fiche physiologique employée dès le XVIIIè siècle, Amoros lui donna l'ampleur et l'importance que nous lui donnons actuellement, après une éclipse de près de trois quarts de siècle.

La leçon de gymnastique d'Amoros utilise un très grand nombre d'appareils qu'il a inventés ou perfectionnés.

Sa leçon se compose de :

1° "Exercices élémentaires ou mouvements gradués

" des extrémités supérieures et inférieures, accompagnés
" de différents rythmes pour mettre de la régularité et de
" l'ensemble dans les mouvements et des chants pour dévelop-
" per la voix, augmenter la résistance à la fatigue et
" donner une direction morale à la méthode."

2°"Marcher et courir sur des terrains faciles ou
" difficiles et parsemés d'obstacles, glisser, patiner
" pour s'accoutumer à des courses longues et fatigantes ou
" à des courses très rapides et dangereuses afin d'atteindre
" l'ennemi qui fuit, de lui couper la retraite, de rempla-
" cer la cavalerie, de s'emparer d'une hauteur, de surpren-
" dre un poste, de décider la victoire."

3° Sauter en profondeur, en longueur, en hauteur, etc.

4° L'art des équilibres et le passage des piquets, des poutres fixes et oscillantes, horizontales et inclinées...

5° Franchir des barrières, des murs, des fossés avec ou sans fardeaux.

6° Lutter de plusieurs façons pour développer la force, l'adresse, la résistance.

7° Monter à l'assaut, grimper au haut d'un mur avec ou sans instruments.

8° Traverser un espace quelconque, sur une ri-

vière ou un précipice, en se tenant suspendu par les bras, les mains, les pieds à une poutre ou une corde.

9° Nager nu et habillé avec et sans fardeaux.

10° Porter des corps pesants et incommodes.

11° La sphéristique ancienne et moderne dans toutes ses modifications, des paumes, balles et ballons... l'art de lancer avec les mains les javelots, dards, lances, pierres, etc.

12° Le tir à la cible.

13° L'escrime à pied et à cheval.

14° L'équitation et la voltige sur des chevaux de bois d'abord et sur des chevaux vivants ensuite.

15° Les danses.

16° Le chant : Amoros insiste beaucoup sur le chant qui a, non seulement un effet moral important, mais qui développe le rythme et exerce sur les organes respiratoires la plus puissante action. Chanter en marchant vite, en courant, en dansant développe l'amplitude respiratoire et permet de courir plus vite, de nager plus longtemps,etc.

17° Outre ces exercices gymnastiques généraux et spéciaux, cette méthode en emploie d'autres qui tendent à accroître la résistance à la fatigue, aux travaux pénibles

et aux intempéries des saisons, ou qui servent à augmenter l'adresse et à rendre industrieux les élèves.

*

*   *

On ne peut pas ne pas signaler dès à présent combien la méthode que l'on utilise actuellement et qui dérive de la méthode naturelle de Hébert est inspirée des idées d'Amoros.

3. - La Méthode DEMENY

Georges DEMENY fait paraître en 1891 un "Manuel de Gymnastique pour les Ecoles" sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Cette même année, la Ville de Paris lui confia le "Cours supérieur d'éducation physique" qui fut le seul enseignement officiel de l'éducation physique en France jusqu'en 1927, date de la création des premiers Instituts régionaux d'éducation physique à Bordeaux, Paris, Nancy et Lille.

Demeny fut d'abord partisan de la méthode suédoise et préfaça le livre du commandant Lefébure : "L'Education physique en Suède" (Paris, 1903). Mais ses travaux l'amenèrent à critiquer cette méthode et à avoir une autre conception de l'éducation physique. Ce fut l'origine d'une querelle ardente qui dura plus de vingt ans, car elle survécut à Demeny et ne favorisa pas le développement de l'éducation physique en France.

Les critiques formulées par Demeny sont nombreuses et portent aussi bien sur le fond de la méthode que sur une multitude de détails d'exécution. Son principal reproche est que la méthode suédoise ne tient pas compte des loirs naturelles de nos mouvements et des conditions physiologiques de fonctionnement de nos organes. L'attitude d'hyperextension dorsale" que maintiennent (que maintenaient serait plus exact, car la méthode suédoise a beaucoup évolué depuis cette époque) les gymnastes suédois pendant toute la leçon, gêne les fonctions circulatoires et respiratoires. Cette méthode abuse de la contraction statique ; il ne faut pas arrêter les mouvements au voisi-

nage du plan latéral ou frontal ou vertical, mais les pousser jusqu'à l'extrême limite des possibilités articulaires ; enfin, il n'y a aucun intérêt à couper nos différents gestes par des temps d'arrêt placés entre chaque mouvement.

Demeny opposera à la conception suédoise le mouvement "complet, continu et arrondi".

COMPLET. - Les mouvements sont poussés jusqu'à la limite de nos possibilités articulaires : par exemple, dans l'élévation des bras à la verticale, les bras seront tirés en arrière aussi loin que possible ; le mouvement est ainsi beaucoup plus ample. Cette idée n'était pas nouvelle, d'autres méthodes l'avaient déjà formulée. Il y a en outre une grande recherche de décontraction.

CONTINU. - Pas d'effort statique, pas d'arrêts brusques. Les mouvements s'enchaînent ainsi les uns les autres d'une façon continue. Ceci ne veut pas dire absence de cadence, de rythme, au contraire, ce mouvement devient élégant, gracieux, et se prête admirablement aux adaptations musicales dont Demeny a beaucoup usé.

ARRONDI. - Le mouvement sera arrondi en courbes extrêmement variées. Le chemin décrit par l'extrémité d'un segment en mouvement est d'abord une ligne droite, puis une ligne courbe ouverte ou fermée, et Demeny introduira une quantité de mouvements en cercles, en ellipses, en huit, qui sont une nouveauté.

La gymnastique suédoise qui décompose nos gestes est une méthode à tendance analytique : Demeny, en les enchaînant, en les fondant, tend à un mouvement synthétique.

Sa méthode comprend :

- Des mouvements exécutés à vide : c'est alors en fin de course articulaire que se fait sentir l'effort.
- Des mouvements à résistance continue, qui utilisent les contractions concentriques ou excentriques.
- Des mouvements asymétriques (à partir d'un certain âge).
- Des mouvements vifs de détente.
- Des mouvements à grande dépense d'énergie.

L'éducation physique poursuit quatre buts :

1° Effet hygiénique (harmonie des fonctions, santé) ;

2° Effet esthétique (éducation de la forme, de l'attitude, beauté) :

3° Effet économique (maximum d'effet pour une dépense donnée, éducation des mouvements, adresse) :

4° Effet moral (accroissement du pouvoir volontaire, virilité).

4. - La Méthode Naturelle de Georges HEBERT

Frappé du fait que les sauvages acquéraient un développent physique remarquable uniquement par les mouvements naturels que leur imposait la vie de chaque jour, Hébert conçut une méthode permettant à l'homme civilisé d'"acquérir un développement physique complet en utilisant les gestes qui sont ceux de notre espèce" : marcher, courir, sauter, grimper, etc.

Il fut, d'autre part, fortement influencé par Amoros. Le choix des exercices, leur enchaînement, leur cotation, l'endurcissement de l'athlète, la recherche de l'action morale et virilisante de l'éducation physique sur l'athlète sont, parmi bien d'autres, des points de ressemblance entre ces deux chefs d'école.

" Pour réaliser l'éducation physique du civilisé,
" il faut trouver les moyens de remplacer l'instinct et le
" besoin, ces guides si sûrs du primitif, par des procédés
" de travail convenables et, d'autre part, tenir compte des
" difficultés inhérentes à la vie moderne, en particulier
" du manque de temps et du défaut d'espace." L'idéal serait d'arriver à produire dans un minimum de temps, sans nuire à l'organisme, une dose d'activité à peu près égale à celle que représenterait une journée entière de vie au grand air à l'état de nature.

Pour réaliser cette dose d'activité, Hébert estime que le meilleur mode de travail, celui qui convient "essentiellement" au développement de l'organisme, est

celui qui est à la base de déplacement sous ses formes les plus diverses. Ce sont des exercices qui tendent à développer la force de résistance, à augmenter la puissance des poumons et du coeur. La course qui réunit toutes ces conditions est le premier des exercices d'éducation.

Hébert appelle "travail foncier" ce travail qui vise à développer la résistance de l'organisme. Pour lui, "quand il s'agit d'acquérir le développement foncier", "la nature et la quantité du travail seules importent, ou "pour mieux dire priment la qualité d'exécution".

Pour comprendre ce qu'a voulu Hébert, ceci est une notion capitale. Il veut en premier lieu assurer le "développement organique". Cette base obtenue, on peut, on doit perfectionner. Mais "parler de style avant de fond, de muscles avant de souffle, etc., c'est mettre la maison à l'envers".

Les dix groupes fondamentaux d'exercices naturels et utilitaires auxquels il fait appel dans sa leçon sont :

1° La marche :
2° La course :
3°Le saut :
4° La quadrupédie :
5° Le grimper :
6° L'équilibrisme ;
7° Le lancer ;
8° Le lever ;

9° La défense :

10° La natation.

Chaque groupe comprend une grande variété d'exercices particuliers : pour composer une leçon, il suffit de choisir judicieusement dans chaque groupe un certain nombre de ces exercices.

Afin de constater périodiquement les résultats obtenus, Hébert a établi un barème pour un certain nombre d'exercices : sauts en hauteur et en longueur avec et sans élan, courses de 100, 500 et 1.500 mètres, grimper de corde sans les jambes, lancer du poids, lever de la gueuse de 40 kg, natation (100 mètres et plongée sous l'eau). Soit en tout 12 épreuves. Ces barèmes sont en général assez sévères, mais sont naturellement différents et variables suivant les âges.

" La leçon, dit Hébert, une fois composée d'exer-
" cices appartenant aux différents groupes, doit, par son
" exécution, satisfaire à la définition du travail naturel.
" Pratiquement, une séance d'entraînement est un parcours
" ou un déplacement plus ou moins long durant lequel on
" marche, on court, on saute, on progresse en quadrupédie,
" on grimpe, on escalade, on chemine en équilibre instable,
" on lève, on porte, on lance, on nage, etc.".La difficulté et la longueur du parcours varient, suivant l'âge et l'entraînement des sujets, de quelques centaines de mètres à plusieurs kilomètres. Il peut s'effectuer dans la campagne

suivant un parcours choisi d'avance, ou sur un espace restreint : " un plateau de travail " comportant le matériel indispensable à l'exécution des exercices.

" Le travail en état de nudité plus ou moins complète (toujours limitée par la décence) est la règle." Hébert insiste sur ce point. Le dévêtement doit être dosé. évidemment, mais il y a tout intérêt à ce que l'élève soit aussi dévêtu que possible, non seulement pour que la peau respire et subisse au maximum l'action de l'air, de la lumière, etc., mais encore parce que Hébert y voit un moyen d'endurcissement et de culture virile.

Selon les principes de la méthode naturelle, la leçon a lieu en se déplaçant, mais non pas de façon uniforme ; elle est composée de vagues (périodes d'actions) et de contre-vagues (périodes de détentes) : ainsi le déplacement est continuel, mais l'effort est coupé de détentes : sur"le plateau" la chose est simple. Un groupe d'élèves part de la base de départ (c'est la vague ou période d'efforts) et s'arrête à l'extrémité du plateau : les élèves reviennent à droite et à gauche et regagnent la base Ce retour est la contre-vague (période de détente).

Cette disposition a encore l'avantage de pouvoir faire travailler beaucoup d'élèves à la fois : une seonde vague peut partir peu après la première, puis une troisième une quatrième, etc., pendant que la première et la deuxième regagnent la base de départ en groupes séparés, par la droite et la gauche du terrain. Si les distances et les allures sont bien réglées, il n'y a ni arrêt ni confusion

et un grand nombre d'élèves peut travailler en même temps sans se gêner.

En campagne, la leçon, bien que ne comportant pas ces retours constants à la base du départ, est également coupée de périodes d'efforts et de périodes de repos.

Cette méthode si vivante, si active est en général fort goûtée des enfants, que rebutent souvent les mouvements exécutés en rang, sans se déplacer. C'est Hébert qui a appris aux sportifs à se dévêtir ; il nous a appris à pratiquer l'éducation physique et le sport peu vêtus et nous lui devons en partie notre goût pour les bains d'air et de lumière.

Sa méthode est intensément éducative, surtout lorsque la leçon peut se développer en plein air, dans un stade ou à la campagne. Dans une cour d'école, elle perd forcément beaucoup de sa valeur.

Sa valeur corrective, par contre, est très faible. Elle peut agir, certes, sur une insuffisance respiratoire ou une insuffisance musculaire, à condition que l'enfant puisse " suivre le train ". Mais l'expérience prouve qu'elle est sans action sur un dos voûté ou sur une colonne vertébrale déviée. Dans les écoles, où ces cas sont légion, cette méthode a besoin de sérieux additifs.

C'est, d'autre part, une méthode un peu rude ou, plus exactement, elle est généralement conduite un peu

rudement. Dans son désir de viriliser ses élèves, Hébert s'inquiète peu des malingres : il ne tient pas assez compte du peu de résistance des enfants à la fatigue et de leur susceptibilité au froid. Il pense que la volonté peut surmonter toutes les faiblesses. Les médecins savent que la volonté est souvent impuissante à vaincre les déficiences ou à surmonter les tares. Mais Hébert n'a cure des anxiétés médicales : "On ne peut songer, écrit-il, à faire des êtres forts en ayant constamment le médecin à ses trousses.".

. C H A P I T R E III .

L'EDUCATION PHYSIQUE ET SPORTIVE

EN FRANCE EN 1972

Jusqu'à ces dernières années, la méthode officielle n'était pas très fixée mais, dans son ensemble, était semblable à la méthode naturelle telle que nous l'avons exposée. Nous y trouvions le plateau, la succession des exercices et l'alternance entre les temps d'effort et de détente. Il y avait de plus :

- des exercices correctifs exécutés pendant le retour des vagues
- des séances d'entraînement aux sports individuels (athlétisme considéré comme sport de base, natation, etc.) et collectifs (football, rugby, basket , hand-ball etc.)
- des jeux sportifs.

Les directives de 1967 du Ministère de la Jeunesse et des Sports semblaient peu s'écarter de cette ligne, et la circulaire du 19 Octobre 1967 donnait 3 buts à l'éducation physique et sportive :

1°) la maîtrise du milieu

2°) la maîtrise du corps

3°) l'amélioration des qualités psychologiques et des rapports avec autrui.

Le premier but est atteint par :

a) les sports individuels : essentiellement l'athlétisme et la natation

b) la confrontation avec des obstacles naturels mettant les jeunes dans une situation qui exige une adaptation libre et spontanée

c) les activités de pleine nature : les randon-

nées, l'escalade, le nautisme, l'aviron, le ski, le patinage.

d) les activités directement préparatoires à la profession, tels que le développement localisé de la force ou de l'adresse, l'apprentissage de techniques de porter, de lever, entrent aussi dans cette catégorie de moyens.

Pour la maîtrise du corps, les activités les mieux adaptées sont celles qui reposent sur une analyse du geste :

a) les sports gymniques

b) certains gestes sportifs

c) la danse

d) la culture physique, la gymnastique et l'haltérophilie.

Enfin, pour développer les rapports avec autrui, on fera appel :

a) aux jeux sensoriels et moteurs simples, les activités collectives de pleine nature

b) aux sports de combat pour les garçons, la danse pour les jeunes filles

c) aux sports collectifs car ils obligent à agir en union avec ses équipiers et compte tenu des réactions éventuelles de l'adversaire.

Les diverses circulaires parues en 1971 et 1972 modifient très sensiblement cette orientation puisque l'enseignement sportif doit désormais distinguer :

- le sport de haute compétition, orienté vers la performance
- le sport de détente "indispensable dans le monde moderne à l'équilibre de vie des adultes".

En pratique, la leçon d'éducation physique comportera :

- un sport gymnique : agilité ou agrès
- un sport individuel : l'une des spécialités athlétiques
- un sport collectif.

L'année est divisée en 6 périodes de 6 semaines chacune (soit deux périodes par trimestre).

Pour chaque période, il est choisi arbitrairement un sport (sans tenir compte des capacités ni du goût de chacun) vers lequel tendront toutes les activités effectuées.

Lorsque les moyens auront été mis en oeuvre ("centres d'animation sportive" et "écoles de sport"), le choix ne sera plus arbitraire, mais déterminé par chacun selon ses goûts (et donc ses aptitudes) et la leçon

sera menée par un "spécialiste" du sport considéré afin "d'inculquer des techniques et pratiques sportives susceptibles de conduire soit à la compétition de haut niveau, soit à l'activité sportive de détente et de loisir".

Nous arrivons donc à une notion de rentabilisation des efforts développés par l'état sur le plan sportif par la spécialisation de chacun.

Dans cette optique, le but premier de l'éducation physique n'est plus l'enrichissement harmonieux du corps et de l'esprit - et les questions de mécanique musculaire cèdent beaucoup de leur importance - mais elle devient un moyen de prestige national par le comportement en "haute compétition".

. C O N C L U S I O N S .

Nous avons, tout d'abord, en un premier chapitre de Physiologie, résumé très brièvement la constitution du muscle et son mode de fonctionnement, puis traité de la mécanique musculaire.

Pour faire les mouvements nécessaires à la vie de relation, nos muscles agissent sur les parties squelettiques réunies entre elles par des articulations. C'est la physiologie de la motricité. Elle est encore très mal connue et nous avons cherché à élucider quelques uns des points qui ont prêté le plus à discussion.

Nous avons exposé les idées de BEAUNIS, de DUCHENNE DE BOULOGNE, de NOICA, de SHERRINGTON, et nous avons largement relaté les recherches de WACHHOLDER.

Ce qui sépare ces divers auteurs est surtout la façon dont agissent les antagonistes dans les différents mouvements (Harmonie des antagonistes de Duchenne de Boulogne). Sherrington et Wachholder ont jeté un jour tout nouveau sur la physiologie des antagonistes, et ont élucidé leur mode de fonctionnement suivant le genre des mouvements envisagés.

Les travaux que nous avons exposés permettent de comprendre les modes d'action des différents genres d'exercices utilisés, surtout chez les jeunes, pour aider leur développement corporel.

C'est sous cet angle que nous avons étudié, dans un deuxième chapitre, les diverses méthodes d'éducation physique qui ont été appliquées en France :

- la méthode dite suédoise de LING, à base de contractions statiques, représente une bonne méthode corrective.

- la méthode d'AMOROS, à tendance essentiellement militaire.

- la méthode DEMENY donne des mouvements gracieux car complets, continus et arrondis. C'est aussi une bonne méthode corrective.

- la méthode naturelle d'HEBERT est la méthode "sauvage", mais elle n'est pas applicable à tous, et il faut exclure par exemple les anxieux, les timides et tous les déficients. De plus, elle a très peu de valeur corrective. On doit reconnaître cependant que ce sont les grands thèmes de cette méthode qui ont inspiré nos leçons d'éducation physique jusqu'à ces dernières années.

Nous avons ainsi abouti, lors d'un troisième chapitre, à une étude critique de l'éducation physique telle qu'elle se dessine en France en 1972, faisant passer au premier plan le goût de l'exploit, la lutte pour la performance, avec peut-être,en arrière-pensée,le prestige des médailles.

Le Doyen de la Faculté
BROUSSAIS - HOTEL-DIEU

Professeur MILLIEZ.

Signé : MILLIEZ

Le Président de Thèse

Professeur BLANCHER.

Signé : BLANCHER

B I B L I O G R A P H I E

AMOROS. Nouveau traité d'éducation physique, gymnastique et morale
(Roret, Paris, 1848)

BEAUNIS (H.) " Sur la contraction simultanée des muscles antagonistes "
Gazette Médicale de Paris, 1883, pp. 598-600, 610-611 et 626-627

- " Sur la contraction simultanée des muscles antagonistes "
Gazette Médicale de Paris, 1885, pp. 325-328 et 339-342

- " Sur la contraction simultanée des muscles antagonistes"-
Comptes-rendus de la Société de Biologie, 1885, vol. 37, pp. 345-347

DEMENY (G.) L'éducation physique en Suède
(Société d'Editions scientigiques, Paris, 1892)

DEMENY (G.) Les bases scientifiques de l'éducation physique
(Alcan, Paris, 1926)

- Mécanisme et éducation des mouvements
(Alcan, Paris, 1924)

- Résumé de cours théoriques sur l'éducation physique
(Typographie Edmond Monnoyer, le Mans, 1886)

- L'éducation de l'effort

(Alcan, Paris, 1916)

- l'Ecole Française

(Fournier, Paris)

- Education et harmonie des mouvements

(Alcan, Paris, 1926)

DEMENY (G.), PHILIPPE (Dr. J.) et RACINE (G.) - Cours théorique et pratique d'éducation physique

(Alcan, Paris, 1909)

HEBERT (Georges)

Guide pratique d'éducation physique

(Vuibert, Paris)

- l'Education physique ou l'entraînement complet par la méthode naturelle

(Vuibert, Paris)

- lecon type d'entraînement

- le code de la force

(Vuibert, Paris)

- la culture virile

(Vuibert, Paris)

- le sport contre l'éducation physique

(Vuibert, Paris)

- l'éducation physique virile et morale par la méthode naturelle.

HOEFER (P.F.A.)

" Intervation and tonus of striated muscle in man "

Archives of Neurology and Psychiatry, Chicago, 1941, vol. 46, pp. 945-971

KAISIN (Dr. A.)

Essai critique de la gymnastique suédoise (Maloine, Paris, 1906).

LEDENT (Dr. René)

Un problème d'éducation physique : la gymnastique suédoise (avec le Dr. de Munter) (Liège, 1911-1912)

MINISTERE DE LA JEUNESSE ET DES SPORTS

- circulaire du 19 Octobre 1967
  (Bulletin Officiel de l'Education Nationale n° 41 du 2 Novembre 1967)
- circulaire du 24 Mars 1972
  (Bulletin Officiel de l'Education Nationale n° 16 du 20 Avril 1972)
- circulaire du 1er Juillet 1972
  (Bulletin Officiel de l'Education Nationale n° 29 du 20 Juillet 1972).

NOICA (D.)

" Sur le rôle passif et actif des antagonistes dans les mouvements volontaires " Comptes-rendus de la Société de Biologie, 1925, vol. XCII, pp. 1 129 - 1 131

<u>SHERRINGTON (C.S.)</u>

Les travaux de Sherrington sur l'innervation réciproque ont été exposés dans 15 communications à la Royal Society de Londres :

1. " Note on the knee-jerk and the correlation of antagonistic muscles ".
Proceedings of the Royal Society, 1893, vol. 52, pp. 556-564.

2. " Further expérimental note on the correlation of action of antagonistic muscles ".
Proceedings of the Royal Society, 1893, vol. 53, pp. 407-420.

3. " On the reciprocal innervation of antagonistic muscles. Third note ".
Proceedings of the Royal Society, 1897, Vol. 60, pp. 414-417.

4. " Antagonistic muscles and reciprocal innervation. Fourth note ".
Proceedings of the Royal Society, 1898, Vol. 62, pp. 183-187.

5. " On the reciprocal innervation of antagonistic muscles. Fifth note ".
Proceedings of the Royal Society, 1899, vol. 64, pp. 179-181.

6. " On the innervation of antagonistic muscles. Sixth note ".
Proceedings of the Royal Society, 1900, vol:66, pp. 66-67.

7. " On reciprocal innervation of antagonistic muscles. Seventh note ".
Proceedings of the Royal Society, 1905, vol. 76, pp. 160-163.

8. " On reciprocal innervation of antagonistic muscles. Eighth note ".
Proceedings of the Royal Society, 1905, vol. 76, pp. 269-297.

9. " On innervation of antagonistic muscles. Ninth note- Successive spinal induction ".
Proceedings of the Royal Society, 1906, vol. 77B, p. 498-497.

10. " On reciprocal innervation of antagonistic muscles. Tenth note ".
Proceedings of the Royal Society, 1907, vol. 79 B, pp. 337-349.

11. " On reciprocal innervation of antagonistic muscles. Eleventh note ". - " Further observation on successive induction ".
Proceedings of the Royal Society, 1908, vol. 80 B, pp. 53-71.

12. " On reciprocal innervation of antagonistic muscles. Twelfth note. - Proprioceptive reflexes ".
Proceedings of the Royal Society, 1908, vol. 80 B, pp. 552-564.

13. " On reciprocal innervation of antagonistic muscles. Thirteenth note. - On the antagonism between inhibition and reflex excitation ".
Proceedings of the Royal Society, 1908, vol. 80 B, pp. 565-578.

14. " Reciprocal innervation of antagonistic muscles. Fourteenth note ". - " On double reciprocal innervation ".
Proceedings of the Royal Society, 1909. vol. 81 B. pp. 249-268.

15. " Reciprocal innervation of symetrical muscles ".
Proceedings of the Royal Society, 1913. vol. 86 B. pp. 219-232.

<u>TACKE (Mme)</u>

Ling, créateur de la gymnastique suédoise et ses principes
(Jouve & Cie, Paris, 1910)

<u>VUIBERT (Paul)</u>

La méthode naturelle du Lieutenant de vaisseau Hébert
(Vuibert, Paris)

<u>WACHHOLDER (K.)</u>

" Beiträge zur Physiologie der willkurlich Bewegung".
Pflüger's Archiv für die gesamte Physiologie. 1925, vol. 209, pp. 218-300 : 1925. vol. 210. pp. 646-671 : 1926, vol. 212, pp. 666-675 : 1926. vol. 214, pp. 625-661 : 1926-1927. vol. 215, pp. 622-626

WIDE (Dr. A.), de Stockholm
La gymnastique suédoise.
Traduction francaise par Bourcart (Paris, 1898)
- Manuel de gymnastique suédoise
(Alcan, Paris, 1913)
- Manuel de gymnastique médicale et orthopédique suédoise.
Traduit par le Dr. Falk, de Stockholm
(A. de Boeck. Bruxelles, 1913).

WINSLOW (J.B.)
" Traité des muscles ", in : Exposition anatomique de la structure du corps humain, tome II, pp. 43 et suivantes : et paragraphe XV : " Remarques sur la coopération des muscles ", tome II, p. 397.
Chez la Vve Savoye, Paris, 1766.

TABLE DES MATIERES

			Pages
I	-	INTRODUCTION	2
II	-	LA MECANIQUE MUSCULAIRE	11
		et	
		LES SYNERGIES MUSCULAIRES	17
III	-	LES METHODES D'EDUCATION PHYSIQUE EN FRANCE :	
		1. - La Méthode de LING	39
		2. - La Méthode d'AMOROS	46
		3. - La Méthode de DEMENY	52
		4. - La Méthode d'HEBERT	56
IV	-	L'EDUCATION PHYSIQUE ET SPORTIVE EN FRANCE EN 1972	64
V	-	CONCLUSIONS	69
VI	-	BIBLIOGRAPHIE	74